DOI: 10.5846/stxb201704110626
刘勤,王玉宽,郭滢蔓,彭培好,王可玥.林盘的形态特征和植物种类构成与分布.生态学报,2018,38(10):3553-3561.
Liu Q, Wang Y K, Guo Y M, Peng P H, Wang K Y.Morphological characteristics and composition of plant species and their distribution patterns in Linpan of Chengdu plain.Acta Ecologica Sinica,2018,38(10):3553-3561.

林盘的形态特征和植物种类构成与分布

刘 勤[1,2],王玉宽[1,*],郭滢蔓[1,3],彭培好[2],王可玥[4]
1 中国科学院水利部成都山地灾害与环境研究所,成都 610041
2 成都理工大学地球科学学院,成都 610059
3 中国科学院大学,北京 100049
4 北京林业大学生物科学与技术学院,北京 100083

摘要:林盘是成都平原广泛分布的一种复合生态系统,属于极具地方特色的文化和生态资源,并作为传统的乡村聚落单元,提供重要的生态服务价值。识别林盘植物的种类和分布特征,有利于深刻揭示林盘生态服务的形成和变化机制,为林盘保护及改造提供科学建议。采用小型无人机航拍与实地调查相结合的方法,分析不同区域、类型林盘植物组成与分布特征,结果表明:(1)林盘的形态较规则,规模不大(平均面积为 6678.87 m^2),植被覆盖度 43.5%—76.9%,植物、房屋以及其他组成要素相互融合。(2)林盘内维管束植物合计 106 科 254 属 310 种,其中本地种 236 种,占总数 76.13%,国内引进种 35 种,占总数 11.29%,世界引进种 39 种,占总数的 12.58%。(3)植物属的区系分布以北温带成分(22.31%)和泛热带成分(16.12%)为主,热带亚热带分布和温带分布比例较为接近。(4)从分布特征来看,远郊区林盘的植物种类最多($P<0.05$),其次是近郊区,而中郊区相对较少;物种多样性与林盘的规模呈显著($P<0.05$)正相关关系,但是与植被覆盖水平无明显关系;土木结构房屋占比高,植物种类较多,且中、高等比例和低比例的差异显著($P<0.05$)。

关键词:林盘;植物种类;分布特征;成都平原

Morphological characteristics and composition of plant species and their distribution patterns in Linpan of Chengdu plain

LIU Qin[1,2], WANG Yukuan[1,*], GUO Yingman[1,3], PENG Peihao[2], WANG Keyue[4]
1 *Institute of Mountain Hazards and Environment, Chinese Academy of Sciences, Chengdu* 610041, *China*
2 *College of Earth Sciences, Chengdu University of Technology, Chengdu* 610059, *China*
3 *University of Chinese Academy of Sciences, Beijing* 100049, *China*
4 *College of Biological Sciences and Technology, Beijing Forestry University, Beijing* 100083, *China*

Abstract: Linpan is a complex ecosystem, its widely distributed in Chengdu plain. As a traditional rural settlement unit, its ecological and cultural functions with local characteristics has various and important ecological service value. To reveal the mechanism of formation and change in ecosystem services, it is necessary to identify the plant species and their distribution characteristics in Linpan. Simultaneously, it can provide scientific inputs for their protection and transformation. In the present study, the composition of plantspecies in Linpan, and their distribution characteristics was analyzed by field surveys using small unmanned aerial vehicles (UAVs), the survey included different regions, sizes, coverage, and structure Linpan. The results showed that: (1) most of Linpan has a small area (approximately 6678.87 m^2), which arechanging with regular morphology and different vegetation coverage (43.58%—76.9%). Linpan was made up of Plant, housing, and

基金项目:国家自然科学青年基金项目(41401664)
收稿日期:2017-04-11; **网络出版日期**:2018-02-01

*通讯作者 Corresponding author.E-mail: yukuanwang@ imde.ac.cn

other landscape. (2) A total of 310 plants speciesbelonging to 254 genera and 106 families were found in the survey area. Among them, 279 species, accounting for 76.13% of the total plant species were native plants of Chengdu, among which, 35 species (11.29%) were introduced from other regions of China, and 39 species, accounting for 12.58% were introduced from foreign countries. (3) Linpan had all the 15 areal-types of Chinese seed plant genera. Among them, the north temperate elements and pantropical plants were the main type accounting for 22.31% and 16.12% of the species respectively. The ratio of the tropic to the temperate species was approximately 1:1. (4) Similarly, Linpan distributed along the far- suburb had the highest species diversity ($P<0.05$), than the Linpan located on the other areas; There is a significant positive correlation ($P<0.05$) between species diversity and Linpan area, However, no clear relationship exists with vegetation cover level. There was a correlation between the plant species and the interior structure of Linpan. In general, there was more plant species in Linpan with with more civil structures, and significant ($P<0.05$) differences among medium-high and low proportions of Linpan.

Key Words: Linpan; plant species; distribution; Chengdu plain

林盘是广泛分布于成都平原的一种复合生态系统,主要由农宅与周边林木围(嵌)合成集生活-生产-生态于一体的传统农村聚落单元,其规模不大,形态较规则(大多为近圆形),植被覆盖率在20%以上(图1)。林盘分布数量多、密度大,它是成都平原特殊的文化符号和生态资源[1-3],具有支持、供给、调节等多种生态服务[4-5],建立了人与自然和谐共存的互动关系[2,6],是区域生态安全和人居环境质量的重要保障。但是,随着城乡一体化快速发展,传统林盘不断消失或破坏,导致生态系统结构及生态服务功能发生改变[7],生态环境质量降低。



图1 林盘及农田景观卫星图(来源:Google Earth)

Fig.1 The satellite image of Linpan and farmland landscape

植物是林盘最重要的组分之一,其组成及结构具有明显的地域特征。近年来,城市绿地[8-9]和城乡交错带绿地[10]的植物种类构成与分布成为研究热点,但乡村聚落绿地[11]方面,大多都是基于四旁林或农村庭院[12-13]的普查或统计数据,缺乏针对性和准确性。林盘植物以乔木、灌丛、竹林为主,植被类型多样[14],组成种类丰富[15],垂直结构较简单。成都市正努力打造世界现代田园城市、生态文明城市和美丽乡村,林盘保护及改造是其中重要内容,但是当前对于林盘植物种类及分布特征尚不十分清楚。本文选取不同区域、类型林盘,通过详细的植物调查和林盘结构分析,揭示其多样性与林盘类型和结构的关联,为林盘植被保护和新农村社区的植物配置提供科学参考。

1　研究区概况

成都平原(又名川西平原)位于四川盆地西部,地势平坦,气候温和,降雨充沛。本研究所选的成都市(成都平原主体)是林盘主要集中分布区(图 2),截至 2014 年,全市林盘数量约 12.11 万个,居住人口为 365.56 万人,占全市农村人口的 72.40%[16]。

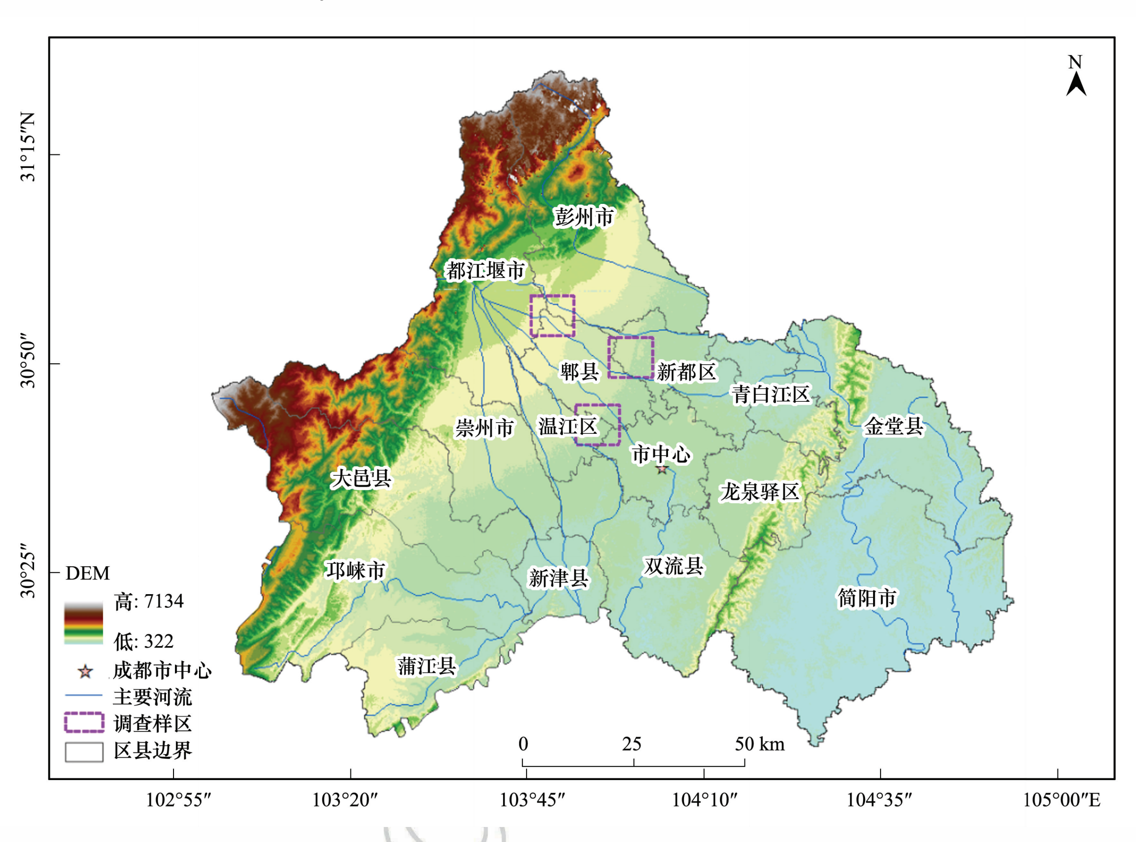


图 2　研究区与调查样区分布图

Fig.2　Location of study area and survey area

2　研究方法及数据处理

2.1　典型林盘选取与结构特征调查

本研究在成都市中心至西北山缘(52.06 km)沿线选取 3 个样区(a 德源、b 新民、c 唐昌,至中心城区直线距离分别 17.40、24.90 km 和 32.40 km)不同类型(即规模、覆盖度、房屋结构)的 15 个传统林盘(图 3),经实地考察和筛选表明,所选林盘具有典型性和代表性。采用小型无人机(DJI Phantom 3 Professional)进行垂直拍摄,分辨率为 4000×3000,拍摄时间 2016 年 05 月。通过 Photoscan、Arcgis 软件对拍摄图片进行合成、校正和矢量化,并分析各组分的面积与结构特征。

2.2　林盘植物调查

为全面、准确地识别林盘植物组成及分布特征,本研究对整个林盘内植物开展实地调查,时间为 2016 年 06 月,记录指标包括乔木(含竹类)种类、株数、高度、胸径、冠幅,灌木种类、株数、高度、盖度,草本植物(含藤本)种类、高度、盖度及生长状况等。

2.3　数据分析处理

按照常规的分类方法,记录植物的名称(科、属和种名)、地理分布、生活型和物种来源等信息;通过 SPSS 软件的最小显著差异法和配对样本 T 检验对数据进行统计分析,结合林盘所处的区位与结构特征,揭示林盘



图 3 典型林盘调查

Fig.3 Typical Linpan

DY:德源;XM:新民;TC:唐昌;来源:自摄

的植物种类及分布规律。

3 研究结果

3.1 林盘结构特征

根据典型林盘的航拍图片及空间分析表明(表 1),成都平原林盘的形态较规则(近圆形),规模普遍不大,平均面积为 6678.87 m^2,最大值为 12385 m^2,最小面积仅为 1630 m^2。林盘的植被覆盖度为 43.5%—76.9%,主要为乔木林覆盖,部分林盘以竹林分布为主,其他绿地类型所占比例相对较小。林木与房屋的排列形式及结构来看,林盘内植物与农宅基本呈围合或嵌套关系,平均围合度达 75.62%,植物、房屋以及其他组成要素共成一体。林盘面积和覆盖水平不同,导致内部房屋数量和结构差异,其值为 4—37 间,结构包括土木和砖混,林盘面积越大,房屋数量越多,砖混结构修建年限较短,房屋更大、更高,修建中可能造成植被破坏。

3.2 植物组成特征

3.2.1 植物种类

调查结果显示,林盘内维管束植物合计 106 科 254 属 310 种。其中,蕨类植物 9 科 9 属 10 种,裸子植物 7 科 11 属 11 种,被子植物 90 科 234 属 289 种。从生活型来看,林盘内乔木 81 种,灌木 39 种,草本 169 种,藤本 10 种,竹类 11 种。植物科的构成中,种数最多的依次为菊科(31 种)、禾本科(24 种)、蔷薇科(17 种)、百合科(10 种)和豆科(9 种),数量占总种数的 29.35%。属的构成中,含种较多(3 种以上)的有榕属、蓼属、女贞属、蒿属、箣竹属、木兰属、茄属和樟属,其余大多为单种属。整体而言,林盘植物的种类较山区明显偏少,但对于维护平原生物多样性和生态系统稳定性具有重要意义。

根据出现频次,乔木分布较多的为喜树(*Camptotheca acuminata*)、朴树(*Celtis sinensis*)、柚(*Citrus maxima*)、银杏(*Ginkgo biloba*)、枫杨(*Pterocarya stenoptera*)、构树(*Broussonetia papyrifera*)、女贞(*Ligustrum lucidum*)、桂花(*Osmanthus fragrans*)、皂荚(*Gleditsia sinensis*)、桉(*Eucalyptus robusta*)、水杉(*Metasequoia glyptostroboides*);灌木分布较多的是栀子(*Gardenia jasminoides*)、冬青卫矛(*Euonymus japonicus*)、蜡梅

(*Chimonanthus praecox*)、山茶(*Camellia japonica*)、小蜡(*Ligustrum sinense*)、盐肤木(*Rhus chinensis*)、棕竹(*Rhapis excelsa*)、臭牡丹(*Clerodendrum bungei*);常见草本为接骨草(*Sambucus chinensis*)、龙葵(*Solanum nigrum*)、牛筋草(*Eleusine indica*)、珊瑚樱(*Solanum pseudocapsicum*)、喜旱莲子草(*Alternanthera philoxeroides*)、车前(*Plantago asiatica*)、垂序商陆(*Phytolacca americana*)、杠板归(*Polygonum perfoliatum*)、淡竹叶(*Lophatherum gracile*)、蝴蝶花(*Iris japonica*)、葎草(*Humulus scandens*)等;常见的藤本植物为三裂蛇葡萄(*Ampelopsis delavayana*)、薯蓣(*Dioscorea polystachya*)、何首乌(*Fallopia multiflora*)、常春藤(*Hedera sinensis*)等;竹类以慈竹(*Bambusa emeiensis*)和箬竹(*Indocalamus tessellatus*)为主。

表 1　林盘的组成及结构调查表

Table 1　The composition and structure of Linpan

位置 Location	编号 Nmbering	面积/m^2 Area	林木覆盖率/% Green coverage rate			林木围合度/% Enclosure level	房屋数量/间 House-numbers	
			树木 Tree	竹林 Bamboo	其他 Other		砖混结构 Brick-concrete	土木结构 Earth-wood
德源样区 DY	DY-01	12084	34.0	42.0	0.8	92.7	3	8
	DY-02	6541	48.0	22.9	3.5	84.0	3	11
	DY-03	1630	8.9	64.5	2.3	100.0	1	3
	DY-04	10618	43.9	17.0	7.1	83.56	13	24
	DY-05	4612	9.9	34.7	1.2	46.9	4	12
新民样区 XM	XM-01	3945	53.7	16.5	6.7	91.0	2	3
	XM-02	7572	38.5	21.0	0.0	65.1	8	6
	XM-03	4075	31.0	19.7	16.8	67.0	4	5
	XM-04	12385	30.0	13.2	9.4	65.9	19	15
	XM-05	3414	39.5	7.4	11.8	70.0	4	8
唐昌样区 TC	TC-01	6417	51.0	4.5	2.7	87.0	5	12
	TC-02	7658	62.6	9.0	1.0	75.9	6	12
	TC-03	6322	37.2	6.3	0.0	72.2	7	9
	TC-04	8876	60.5	9.0	0.0	64.7	11	26
	TC-05	4034	26.2	7.3	11.7	68.3	4	6

3.2.2　物种来源

从物种来源分析(表 2),林盘的 310 类植物中,四川本地种 236 种,占总数 76.13%;国内引进种 35 种,占总数 11.29%;世界引进种 39 种,占总数的 12.58%。这表明成都林盘的植物种类构成以乡土种为主,引进种数量较少,可以适当加强相关的引种和栽培工作,但必须因地制宜,降低外来种扩散和入侵风险。

表 2　林盘植物的物种来源

Table 2　Analysis of the source of plant species

物种来源 Sources	种数 No. of Species	乔木 Arbor	灌木 Shrub	草本 Herb	藤本 Liana	竹类 Bomb	百分比/% Percentage
本地种 Native	236	59	25	134	9	8	71.63
国内引进 Domestic alien	35	13	11	11	0	1	11.29
国外引进 Foreign alien	39	9	3	24	1	2	12.58
合计 Total	310	81	39	169	10	11	100.00

3.2.3　植物区系地理成分

研究区内的植物占中国全部 15 个分布类型(表 3),主要以北温带成分(占比 22.31%)和泛热带分布(占比 16.12%)为主,其次为世界分布和东亚分布,占比分别为 9.09%和 8.68%,而中国特有属 7 个,占比 2.89%。由此可见,林盘植物的区系分布类型较为多样,热带亚热带成分和温带成分丰富,分布比例较为接近,这与成

都市的气候条件相符,也表现出植物区系明显的过渡性特征。

表 3 林盘植物属的分布区类型[17]

Table 3 The analysis of the areal-types seed plants of Linpan

植物属的分布区类型 Floristic elements	属数 Number	所占比例/% Percentage
1. 世界分布 Cosmopolitan	22	9.09
2. 泛热带分布 Pantropic	39	16.12
3. 热带美洲和热带亚洲间断分布 Trop. America and Trop. Asia disjuncted	10	4.13
4. 旧大陆分布 Old word Tropics	14	5.79
5. 热带亚洲至热带大洋洲分布 Tropical Asia and Trop. Australasia	10	4.13
6. 热带亚洲至热带非洲分布 Trop. Asia to Trop. Africa	6	2.48
7. 热带亚洲(印度-马来西亚)分布 Trop. Asia(Indo-Malesia)	18	7.44
8. 北温带分布 North Temperate	54	22.31
9. 东亚和北美间断分布 East Asia and North America disjuncted	15	6.20
10.旧大陆温带(主要在欧洲温带)分布 Old Word Temperate	16	6.61
11.温带亚洲分布 Temp. Asia	3	1.24
12.地中海、西亚至中亚分布 Mediterranean, West Asia to Central Asia	4	1.65
13.中亚分布 Central Asia	3	1.24
14.东亚(东喜马拉雅至日本) East Asia	21	8.68
15.中国特有分布 Endemic to China	7	2.89
合计 Total	242	100.00

3.3 植物分布特征

3.3.1 不同区位

按照与成都中心城区的直线距离将林盘划分为近郊区(德源)、中郊区(新民)和远郊区(唐昌)3 种类型。由图 4 可见,近郊区林盘植物 211 种(乔木 58 种),中郊区 169 种(乔木 45 种),远郊区 245 种(乔木 73 种);单个林盘的物种平均分布数量也呈现相同规律。这表明远郊区林盘的植物种类明显($P<0.05$)更多,其次是近郊区,而中郊区相对较少。

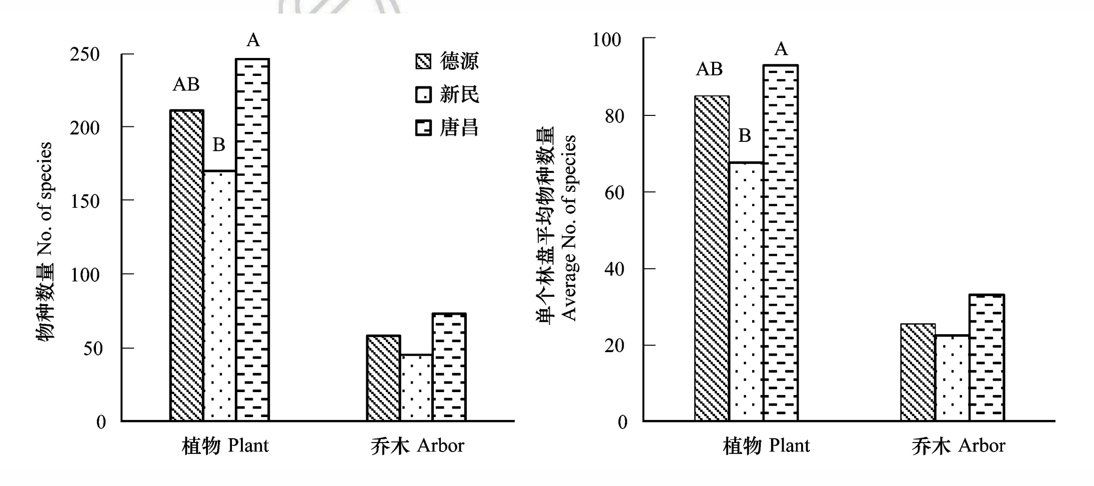


图 4 不同区位林盘的物种差异

Fig.4 The species number of different-location Linpans

不同大写字母表示各处理具有显著性差异,$P<0.05$

3.3.2 不同规模

按照占地面积将林盘划分为大型(≥9000 m^2)、中型(5000—9000 m^2)和小型(≤5000 m^2)3 种规模。由

图 5 可见,各类规模林盘调查的物种总数和单个林盘物种平均数量均表现为大型林盘最丰富,其次为中型林盘,而小型林盘显著减少。这表明在一定程度上林盘的规模与植物物种多样性具有显著(P<0.05)相关性。

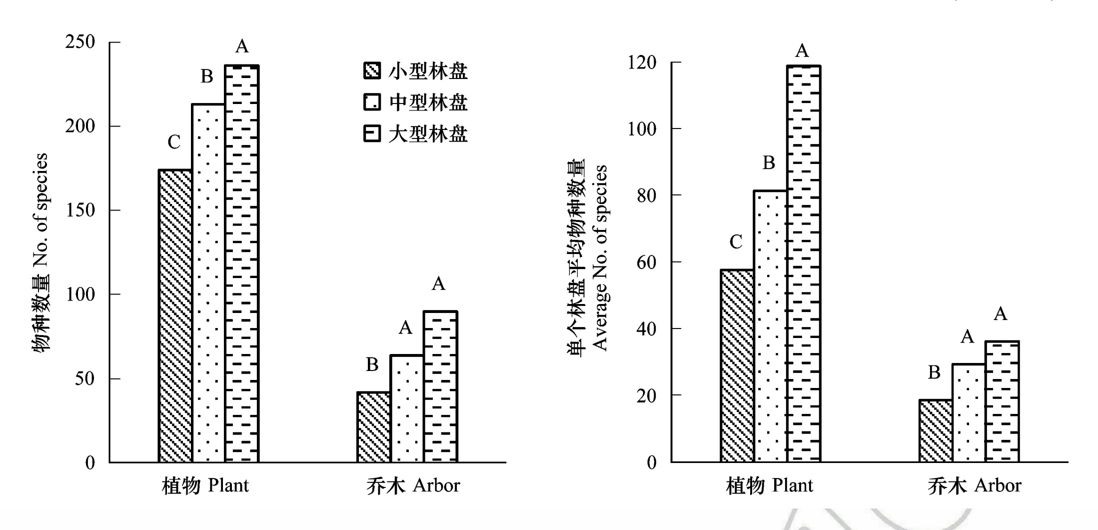


图 5　不同规模林盘的物种差异

Fig.5　The species number of different-scale Linpans

3.3.3　不同覆盖水平

按照植被覆盖度将林盘划分为高覆盖(≥70%)、中等覆盖(50%—70%)和低覆盖(≤50%)3 种类别。由图 6 可见,各类林盘调查的物种总数和单个林盘物种平均数量没有明显的变化特征,数量无显著差异。这表明林盘植物种类与其覆盖水平关系不大,即并非覆盖度越高(或越低)物种类型越丰富。

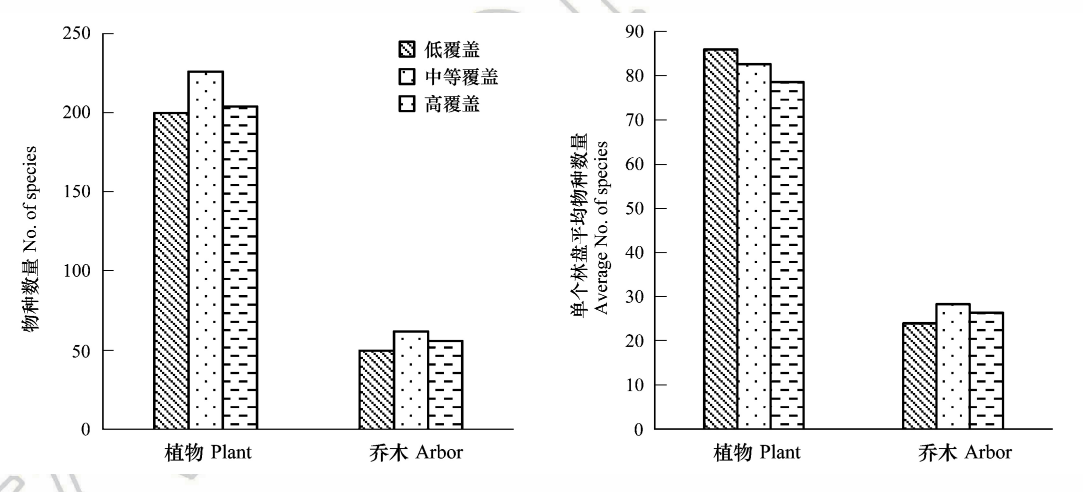


图 6　不同覆盖度林盘的物种差异

Fig.6　The species number of different-coverage Linpans

3.3.4　不同房屋结构

按照林盘内土木结构房屋数量占总数(土木+砖混结构)比例将林盘划分为高比例(≥70%)、中等比例(50%—70%)和低比例(≤50%)3 种类别。由图 7 可见,各类林盘调查的物种总数和单个林盘物种平均数量随土木结构房屋所占比例升高而增多,且中、高等比例和低比例物种数量具有显著(P<0.05)差异性。

4　结论与讨论

通过调查和分析,成都平原林盘的形态较规则,规模普遍不大(平均面积为 6678.87 m^2),植被覆盖水平 43.5%—76.9%,植物与农宅呈围合或嵌套关系,房屋密度适中。林盘内维管束植物合计 106 科 254 属 310

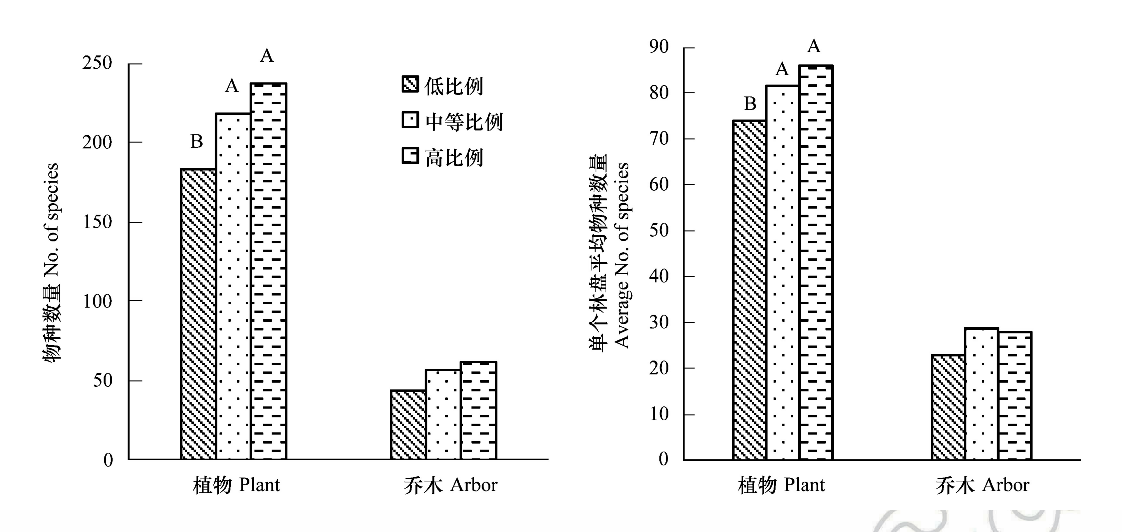


图7 不同房屋形态林盘的物种差异

Fig.7 The species number of different-housing structure Linpans

种,以被子植物(90 科 234 属 289 种)为主,乔木(81 种)占有一定比重。这较已有的结果偏多[15-16],林盘物种多样性明显少于成都山区(208 科 1130 属 3127 种)[18]和建成区园林植物种类(约 1000 余种)[19],但高于其他平原地区[20]。林盘是特殊的景观类型和文化符号,也是农户赖以生存的生产-生活-生态空间,内部植物具有重要的生态服务功能[4],如提供木柴、食物、动物栖息地,固碳释氧和调节气候等。与普遍的农户庭院植物多样性低,组成结构简单,物种相似度高[21-22]相比,林盘拥有外围防护林带,兼具人工管理和自然生长属性,植物种类较多,结构更为复杂。总体来看,林盘植物的种类并不算多,但发挥着十分重要的生态功能[23-24],人为活动对林盘的干扰较大,植被保育应该数量、结构和功能提升综合考虑。

林盘植物中本地种 236 种,占总数 76.13%;国内引进种 35 种,占总数 11.29%;世界引进种 39 种,占总数的 12.58%。林盘中乡土种占有绝对优势,可以在今后植物栽培中适当考虑引进部分外来种,增加多样性和异质性,但应避免引进物种过多带来的生态系统风险[25]。随着城镇化快速推进,人们对于林盘植被的功能和依赖程度发生改变,传统用材林减少,观赏性栽培种增多,植被相似性较高[26]。成都市境内植物入侵现象尚不普遍(园林入侵植物仅为 57 种)[27],林盘中入侵种类少,但是调查发现,林盘植被缺乏管理后,可能出现植物入侵或恶性杂草丛生,如落葵薯(*Anredera cordifolia*)、喜旱莲子草(*Alternanthera philoxeroides*)、紫茉莉(*Mirabilis jalapa*)、葎草(*Humulus scandens*)等,破坏景观,导致林盘植被结构和功能退化。林盘植物的区系分布类型以北温带成分(22.31%)和泛热带分布(16.12%)为主,且热带亚热带成分和温带成分比例较为接近,表现出植物区系明显的过渡性特征。这与已有的研究结果[28]相似,四川省处于热带与温带植物区系交错渗透的地带[18],过渡性和辐射性是植物区系最大特点,林盘植物的区系分布亦符合该区域的地理位置和气候特征。

林盘植物分布特征来看,远郊区林盘的植物种类最多,其次分别是近郊区、中郊区;物种多样性与林盘的规模呈显著正相关关系,但是与植被覆盖水平无明显关系;同时,土木结构房屋占比高,林盘植物种类较多,且中、高等比例和低比例差异显著。已有的研究表明,大部分建成区[10]、乡村聚落[12]的物种丰富度呈现出距中心城区距离变大而增加的趋势,但是城镇化背景下,农村居民对植物的需求层次发生改变,大多由食用(供给服务)变为观赏(景观服务)类型,导致物种多样性快速变化[14]。不同区位变化程度具有差异[29-30],近郊区的植物种类可能比周围远郊农区高,主要表现为观赏植物的增加。林盘远郊区植物受人为活动干扰少,植被保存较完整,种类最多;近郊区靠近建成区,大量原生植被遭受破坏,但栽培了一些观赏或经济类植物,种类略多于中郊区。这仅反映出物种多样性的变化趋势,但生境类型及稳定性近郊区可能较低[31]。林盘植物种类与规模的分布特征和庭园类似,即规模越大物种丰富度较高[32]。因此,林盘的景观格局是植物种类和分布特征的差异性因素之一,即斑块面积、形状和连通性等将影响物种多样性[33-34]。房屋结构及比例能够反映林盘被

改造或破坏程度,大规模的房屋修(改)建将破坏植被的完整性,可能导致植物种类减少。

综上所述,本研究通过实地调查和分析,基本识别了林盘的形态结构和植物组成,揭示了植物的分布特征。受限于调查样本数量及其选择的随机性,研究结果可能存在一定误差,但总体趋势基本可信。当前林盘保护和改造备受重视,一方面我们应该加强林盘植物的保护和管理,保障物种多样性,重点提升生态系统的稳定性和功能;同时,可以加大开发利用乡土树种力度,适当引进一些栽培植物,但是应避免景观同质化和外来种入侵。

参考文献(References):

[1] 陈其兵. 川西林盘景观资源保护与发展模式研究. 北京: 中国林业出版社, 2011: 22-24.
[2] 方志戎. 川西林盘聚落文化研究. 南京: 东南大学出版社, 2013: 46-52.
[3] 郭滢蔓, 徐佩, 刘勤, 王可玥, 王海雯. 成都平原林盘的空间分布特征——以郫县为例. 西南师范大学学报: 自然科学版, 2017, 42(5): 121-126.
[4] 周娟. 景观生态学视野下的川西林盘保护与发展研究[D]. 成都: 西南交通大学, 2012.
[5] Tippins JL. Planning for resilience: a proposed landscape evaluation for redevelopment planning in the Linpan landscape[D]. Washington DC: University of Washington, 2014.
[6] 陈雨露, 周波, 龚洪, 程耀, 周翎. 与环境共生共融——从空间特质看川西林盘的生态意义. 四川建筑科学研究, 2011, 37(2): 235-237.
[7] Thompson K, McCarthy MA. Traits of British alien and native urban plants. Journal of Ecology, 2008, 96(5): 853-859.
[8] 孟雪松, 欧阳志云, 崔国发, 李伟峰, 郑华. 北京城市生态系统植物种类构成及其分布特征. 生态学报, 2004, 24(10): 2200-2206.
[9] 郑瑞文. 北京市城市建成区绿地植物多样性研究[D]. 北京: 北京林业大学, 2006.
[10] 侯冰飞, 贾宝全, 冷平生, 王文和. 北京市城乡交错区绿地和植物种类的构成与分布. 生态学报, 2016, 36(19): 6256-6265.
[11] 武欣. 武汉城市乡村聚落植物物种组成与多样性研究[D]. 武汉: 华中农业大学, 2010.
[12] Pulido MT, Pagaza-Calderón EM, Martínez-Ballesté A, Maldonado-Almanza B, Saynes A, Pacheco RM. Home gardens as an alternative for sustainability: challenges and perspectives in Latin America//De Albuquerque U P, Ramos M A, eds. Current Topics in Ethnobotany 2008.Kerala, India: Research Signpost, 2008: 55-79.
[13] 李良涛. 农田边界和居民庭院植物多样性分布格局及植被营建[D]. 北京: 中国农业大学, 2014.
[14] 孙大江, 陈其兵, 胡庭兴, 刘光立, 孙大远, 罗启高. 川西林盘群落类型及其多样性. 四川农业大学学报, 2011, 29(1): 22-28.
[15] 徐珊. 川西林盘植物多样性调查研究[D]. 雅安: 四川农业大学, 2010.
[16] 成都市城镇规划设计研究院. 成都市川西林盘保护利用规划. 成都: 成都市建委, 2014.
[17] 吴征镒. 中国种子植物属的分布区类型. 云南植物研究, 1991, (S4): 1-139.
[18] 施维德. 四川及成都地区的植物多样性. 四川林业科技, 1999, 20(2): 53-56.
[19] 成都市园林管理局,成都市风景园林学会. 成都园林植物. 成都: 四川科学技术出版社, 2002.
[20] 卢训令, 汤茜, 梁国付, 丁圣彦. 黄河下游平原不同非农生境中植物多样性. 生态学报, 2015, 35(5): 1527-1536.
[21] 任斌斌, 李树华, 李法红. 常熟地区农户庭院植物多样性与配置模式. 生态与农村环境学报, 2010, 26(1): 52-57.
[22] 祝遵凌, 刘亚亮, 褚茜. 长三角新农村庭院植物多样性与配置模式. 东北林业大学学报, 2011, 39(7): 35-37.
[23] Cadotte MW, Cavender-Bares J, Tilman D, Oakley TH. Using phylogenetic, functional and trait diversity to understand patterns of plant community productivity. PLoS One, 2009, 4(5): e5695.
[24] 董世魁, 汤琳, 张相锋, 刘世梁, 刘全儒, 苏旭坤, 张勇, 武晓宇, 赵珍珍, 李钰, 沙威. 高寒草地植物物种多样性与功能多样性的关系. 生态学报, 2017, 37(5): 1472-1483.
[25] 赵立曦, 陶莉, 张先平. 太原市城区绿地植物物种多样性研究. 西北农林科技大学学报: 自然科学版, 2012, 40(8): 130-136.
[26] 孟长来, 费世民, 徐嘉, 谢大军. 成都市典型农家乐植物组成特征研究. 四川林业科技, 2010, 31(5): 41-50.
[27] 何兵, 崔莉, 宋丽娟, 罗新, 马丹炜. 成都园林入侵植物的调查及区系分析. 西南农业学报, 2011, 24(5): 1912-1917.
[28] 王文国, 马丹炜, 张翔, 王胜华. 成都地区园林种子植物属的区系分析. 四川师范大学学报: 自然科学版, 2005, 28(5): 604-607.
[29] Honnay O, Piessens K, VanLanduyt W, Hermy M, Gulinck H. Satellite based land use and landscape complexity indices as predictors for regional plant species diversity. Landscape and Urban Planning, 2003, 63(4): 241-250.
[30] Das T, Das AK. Conservation of plant diversity in rural homegardens with cultural and geographical variation in three districts of barak valley, Northeast India. Economic Botany, 2015, 69(1): 57-71.
[31] Zerbe S, Maurer U, Schmitz S, Sukopp H. Biodiversity in Berlin and its potential for nature conservation. Landscape and Urban Planning, 2003, 62(3): 139-148.
[32] Mohri H, Lahoti S, Saito O, Mahalingam A, Gunatilleke N, Van ThangHoang I, Hitinayake G, Takeuchi K, Herath S. Assessment of ecosystem services in homegarden systems in Indonesia, Sri Lanka, and Vietnam. Ecosystem Services, 2013, 5: 124-136.
[33] 彭羽, 范敏, 卿凤婷, 薛达元. 景观格局对植物多样性影响研究进展. 生态环境学报, 2016, 25(6): 1061-1068.
[34] Bassa M, Boutin C, Chamorro L, Sans FX. Effects of farming management and landscape heterogeneity on plant species composition of Mediterranean field boundaries. Agriculture, Ecosystems & Environment, 2011, 141(3/4): 455-460.